

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

①9 BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

①2 Offenlegungsschrift

①0 DE 44 27 247 A 1

⑤1 Int. Cl.<sup>6</sup>:

B 60 T 8/32

B 60 T 8/44

B 60 T 8/60

B 60 T 8/36

B 60 T 8/48

②1 Aktenzeichen: P 44 27 247.2

②2 Anmeldetag: 3. 8. 94

④3 Offenlegungstag: 15. 2. 96

DE 44 27 247 A 1

⑦1 Anmelder:

Mercedes-Benz Aktiengesellschaft, 70327 Stuttgart,  
DE

⑦2 Erfinder:

Steiner, Manfred, Dipl.-Ing., 71364 Winnenden, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Bremsdruck-Steuerungseinrichtung

⑤7 Bei einer Bremsdruck-Steereinrichtung für eine hydraulische Zweikreis-Bremsanlage mit pneumatischem Bremskraftverstärker und einem nach dem Rückförderprinzip arbeitenden Antiblockiersystem (ABS) ist für mindestens einen Bremskreis ein Umschaltventil, das aus einer den Bremskreis mit einem Druckausgang des Bremsgeräts verbindenden Stellung in eine diesen Druckausgang gegen die den Bremskreis absperrende Stellung umschaltbar ist, sowie ein Vorlade-Steuerventil vorgesehen, das aus einer diesen Druckausgang gegen den Niederdruckeingang der Rückförderpumpe absperrenden Stellung in eine den Druckausgang mit der Rückförderpumpe verbindende Stellung umschaltbar ist, sowie eine elektronische Steuereinheit, die aus einer Verarbeitung von Sensor-Signalen, welche mindestens die Information über die Art der Betätigung des Bremspedals beinhalten, die für eine automatische Vollbremsung erforderliche Signale für die Ansteuerung des Umschaltventils, des Vorlade-Steuerventils, der Rückförderpumpe, der Ein- und Auslaßventile des ABS sowie eines Aussteuerventils erzeugt, mittels dessen die Antriebskammer des Bremskraftverstärkers belüftbar ist.

DE 44 27 247 A 1

Die Erfindung betrifft eine Bremsdruck-Steuerungseinrichtung für ein Straßenfahrzeug mit hydraulischer Mehrkreis-, insbesondere Zweikreis-Bremsanlage und mit den weiteren, im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 genannten, gattungsbestimmenden Merkmalen.

Eine derartige Bremsdruck-Steuerungseinrichtung ist durch die DE 42 08 496 C1 bekannt.

Sie ist für ein Fahrzeug gedacht, das statische Bremskreise hat, denen je ein Ausgang eines als Bremsgerät vorgesehenen Hauptzylinders zugeordnet ist, der mittels eines Bremspedals über einen pneumatischen Bremskraftverstärker betätigbar ist, der eine durch einen Kolben beweglich gegen eine permanent auf niederem Druck gehaltene Niederdruckkammer abgegrenzte Antriebskammer hat, durch deren — pedalgesteuerte — Beaufschlagung mit einem mit der Pedalkraft monoton korrelierten Druck die Kraftverstärkung steuerbar ist, mit der eine Zielbremsung erfolgt, und durch deren, durch Umschaltung eines Magnetventils erzielbare Beaufschlagung mit dem Atmosphärendruck oder einem höheren Druck die Bremsanlage auf einen selbsttätigen Betrieb auf hohem Bremsdruck-Niveau einstellbar ist, das z. B. für eine Vollbremsung ausreichend ist.

Eine diesbezügliche Umschaltung dieses Magnetventils ist bei der bekannten Bremsdruck-Steuerungseinrichtung durch ein Ausgangssignal einer elektronischen Steuereinheit auslösbar, das diese z. B. dann erzeugt, wenn die Geschwindigkeit  $\Phi$ , mit der der Fahrer das Bremspedal betätigt, einen diesbezüglichen Schwellenwert  $\Phi_s$  überschreitet; das Fahrzeug ist auch mit einem auf dynamisch stabiles Verhalten des Fahrzeuges bei einer Bremsung ausgelegten, an den einzelnen Bremskreisen nach dem Rückförderprinzip arbeitenden Antiblockiersystem (ABS) ausgerüstet, das den einzelnen Radbremsen zugeordnete, elektrisch ansteuerbare Ein- und Auslaßventile sowie den Bremskreisen einzeln zugeordnete, elektrisch antreibbare, auf hohes Ausgangsdruckniveau ausgelegte Rückförderpumpen umfaßt, mittels derer z. B. in einer Druckabbauphase der Antiblockier-Regelung in eine Rücklaufleitung des jeweiligen Bremskreises abgelassene Bremsflüssigkeit in dessen von einem der Druckausgänge des Bremsgeräts ausgehenden Hauptbremsleitung zurückförderbar ist.

Zweck der Bremsdruck-Steuerungseinrichtung gemäß der DE 42 08 496 C1 ist es, den aus der Art der Betätigung des Bremspedals erkennbaren Fahrerwunsch nach hoher Fahrzeugverzögerung dadurch selbsttätig zu unterstützen, daß sehr frühzeitig, möglichst schon während das Bremspedal noch den üblicherweise vorhandenen Leerweg ausführt, ein relativ hoher Bremsdruck in die Radbremsen eingekoppelt wird, um die Bremsanlage entsprechend frühzeitig zu aktivieren. Dieses rasche Ansprechen der Bremsanlage wird, einhergehend mit einer entsprechend hohen Steigerung der Fahrzeugverzögerung, auch erreicht, wobei der Bremskraftverstärker schon nach kurzer Zeit an seinem Ansteuerungspunkt gelangt, ab welchem eine weitere Steigerung des Bremsdruckes nur noch durch die Mitwirkung des Fahrers, d. h. durch sehr kräftige Betätigung des Bremspedals möglich ist.

Eine übliche Auslegung der Radbremsen des Fahrzeuges, des Hauptzylinders und des Bremskraftverstärkers der Bremsanlage vorausgesetzt, sind die allein durch Aussteuerung des Bremskraftverstärkers in den Radbremsen entfaltbaren Bremskräfte nicht ausreichend, um bei hohen Kraftschlußbeiwerten zwischen

der Fahrbahn und den Fahrzeugrädern deren Blockiergrenze zu erreichen. Die bekannte Bremsdruck-Steuerungseinrichtung ist daher, ungeachtet ihrer grundsätzlichen Möglichkeiten, eine Bremsung auch dann auszulösen, wenn der Fahrer die Bremsanlage selbst nicht betätigt, wenn die Betätigung derselben jedoch erforderlich wird, weil z. B. ein angetriebenes Fahrzeugrad zum Durchdrehen neigt oder weil es aus fahrdynamischen Gründen zweckmäßig wäre, einen hohen Bremschlupf an einem der Vorderräder des Fahrzeuges aufzubauen, um einer Übersteuerungstendenz des Fahrzeuges entgegenzuwirken, d. h., in dynamischen Situation des Fahrzeuges, die hohe Radbremskräfte erfordern, durch die ein Fahrzeugrad kontrolliert an die Blockiergrenze gebracht werden kann, nicht in der Lage, diese Kräfte einzusteuern. Es ist daher mit der bekannten Bremsdruck-Steuerungseinrichtung nicht möglich, zusätzlich zu der Funktion einer automatisch gesteuerten Vollbremsung beispielsweise eine Antriebs-Schlupf-Regelungs- und/oder eine Fahrdynamik-Regelungsfunktion zu erzielen. Es kommt hinzu, daß sie auch bei einer automatisch gesteuerten Vollbremsung aufgrund des raschen Ansprechverhaltens der selbsttätig aktivierten Bremsanlage den Fahrer in nicht zu seltenen Fällen dazu verleitet, die Kraft, mit der er das Bremspedal betätigt, nachdem der Aussteuerpunkt des Bremskraftverstärkers erreicht ist, nicht weiter zu steigern, da der Fahrer durch die "harte" Reaktion des Bremspedals nach Erreichen des Aussteuerpunktes des Bremskraftverstärkers vielfach den Eindruck hat, das mögliche Maß an Bremskraft und Fahrzeugverzögerung ausgeschöpft zu haben, mit der Folge, daß auf einen nicht unerheblichen Anteil an zusätzlich möglicher Bremskraft und Fahrzeugverzögerung verzichtet wird.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine Bremsdruck-Steuerungseinrichtung der eingangs genannten Art dahingehend zu verbessern, daß bei einer selbsttätig gesteuerten Aktivierung der Bremsanlage an mindestens einzelnen der Radbremsen des Fahrzeuges einem Höchstmaß an zwischen der Fahrbahn und einem gebremsten Rad übertragbarer Tangentialkraft entsprechende Bremsdrücke entfaltbar sind.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die im kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1 genannten Merkmale gelöst.

Durch die hiernach vorgesehene Ausnutzung mindestens einer der Rückförderpumpen des Antiblockiersystems, vorzugsweise beider, aus der/denen bei einer selbsttätigen Aktivierung der Bremsanlage die Radbremsen des jeweiligen Bremskreises mit Bremsdruck beaufschlagbar sind, wobei der über den Bremskraftverstärker betätigte Hauptzylinder gleichsam als Vorladepumpe für die jeweilige(n) Rückförderpumpe(n) arbeitet, können sehr hohe Bremsdrücke aufgebaut werden, die bei einer selbsttätig gesteuerten Vollbremsung eine erhöhte Fahrzeugverzögerung ergeben und ein Bremskraftniveau erreichen lassen, das für eine Antriebs-Schlupf-Regelung und/oder eine Fahrdynamik-Regelung ausreicht.

Eine Realisierung der Bremsdruck-Steuerungseinrichtung mit nur einem Umschalt-/Vorlade-Steuerventilpaar ist für eine wirksame Antriebs-Schlupf-Regelung und eine Fahrdynamik-Regelung ebenfalls dann ausreichend, wenn dieses Ventilpaar für den Vorderachs-Bremskreis vorgesehen ist und das Fahrzeug auch einen Vorderachs-Antrieb hat.

Durch die Merkmale des Anspruchs 4 ist ihrem grundsätzlichen Aufbau nach die Gestaltung einer zur

Erfassung des Fahrerwunsches hinsichtlich Einleitung und Beendigung einer automatisch gesteuerten Vollbremsung geeignete Kraft-Sensoreinrichtung angegeben, die z. B. mit Hilfe von Dehnungsmeßstreifen oder piezoelektrischen Kraft-Sensorelementen realisierbar ist, die verfügbarem Stand der Technik entsprechen und ohne nennenswerte konstruktive Veränderungen am Bremskraftverstärker oder dem Hauptzylinder der Bremsanlage in diese eingefügt werden können.

Alternativ hierzu ist durch die Merkmale des Anspruchs 5 eine funktionell entsprechende Sensor-Anordnung angegeben, die mit Hilfe eines einfachen Mikroschalters realisierbar ist, der ebenfalls ohne Schwierigkeit in den Bremskraftverstärker integrierbar ist.

Ausgehend von einer Bremsdruck-Steuerungseinrichtung der eingangs genannten Art wird die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe auch durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 6 gelöst, die eine besonders einfache Struktur der Bremsdruck-Steuerungseinrichtung ergeben.

Weitere Einzelheiten der erfindungsgemäßen Bremsdrucksteuerungseinrichtung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines speziellen Ausführungsbeispiels und der Erläuterung möglicher Abwandlungen desselben anhand der Zeichnung. Es zeigen:

Fig. 1 eine mit einer erfindungsgemäßen Bremsdruck-Steuerungseinrichtung ausgerüstete Zweikreis-Bremsanlage eines Straßenfahrzeuges mit Vorderachs-/Hinterachs-Bremskreisaufteilung in schematisch vereinfachter, elektro-hydraulischer Schaltbilddarstellung und

Fig. 2 Einzelheiten eines bei der Bremsanlage gemäß Fig. 1 zur Betätigung des Hauptzylinders derselben vorgesehenen pneumatischen Bremskraft-Verstärkers mit einer Sensor-Einrichtung zur Erkennung des Fahrerwunsches hinsichtlich der Beendigung einer automatisch gesteuerten Vollbremsung.

Bei der in der Fig. 1 insgesamt mit 1 bezeichneten hydraulischen Zweikreis-Bremsanlage für ein durch diese repräsentiertes Straßenfahrzeug sind dessen linke Vorderradbremse 2 und dessen rechte Vorderradbremse 3 zu einem Vorderachs-Bremskreis I und die linke Hinterradbremse 4 sowie die rechte Hinterradbremse 5 zu einem Hinterachs-Bremskreis II zusammengefaßt.

Die beiden Bremskreise I und II sind als statische Bremskreise ausgebildet, deren Bremsdruck-Versorgung bei einer "normalen" Bremsung, d. h. einer mit mäßiger Fahrzeugverzögerung erfolgenden Zielbremsung, bei der die Bremsdruckentfaltung ausschließlich vom Fahrer durch Betätigung des Bremspedals 6 gesteuert wird, durch einen mittels des Bremspedals 6 über einen pneumatischen Bremskraftverstärker 7 betätigbaren Tandem-Hauptzylinder 8 für sich bekannter Bauart und Funktion erfolgt, der einen dem Vorderachs-Bremskreis I zugeordneten — statischen — Druckausgang 9 und einen dem Hinterachs-Bremskreis II zugeordneten — ebenfalls "statischen" — Druckausgang 11 hat, an denen bei einer Betätigung des Hauptzylinders 8 Drücke P<sub>V</sub>A und P<sub>H</sub>A im wesentlichen gleichen Betrages bereitgestellt werden.

Das Fahrzeug ist mit einem nach dem Rückförderprinzip arbeitenden, in bekannter Technik realisierten Antiblockiersystem ausgerüstet, das in der Zeichnung durch seine insgesamt mit 12 bezeichnete Hydraulikeinheit repräsentiert ist, welche den Vorderradbremsen 2 und 3 sowie den Hinterradbremsen 4 und 5 je einzeln zugeordnete Einlaßventile 13 und 14 bzw. 16 und 17 und den einzelnen Radbremsen 2 bis 5 ebenfalls je einzeln

zugeordnete Auslaßventile 18 und 19 bzw. 21 und 22 als elektrisch steuerbare Bremsdruck-Regelventile und den beiden Bremskreisen I und II je einzeln zugeordnete Rückförderpumpen 23 und 24 umfaßt, mittels derer Bremsflüssigkeit, die in einer Bremsdruck-Abbauphase der Antiblockierregelung aus einer oder mehrerer der Radbremsen 2 bis 5 über eine Rücklaufleitung 26 bzw. 27 des jeweiligen Bremskreises I bzw. II in einen Niederdruckspeicher 28 bzw. 29 abgelassen wird, in die Hauptbremsleitung 31 bzw. 32 des Vorderachs-Bremskreises I bzw. des Hinterachs-Bremskreises II zurückförderbar ist. Die Niederdruck-Eingänge 33 und 34 der Rückförderpumpen 23 und 24 der beiden Bremskreise I und II sind an die Rücklaufleitungen 26 und 27 und die Niederdruckspeicher 28 und 29 des jeweiligen Bremskreises I bzw. II über je ein Rückschlagventil 36 bzw. 37 angeschlossen, das durch relativ höheren Druck in der Rücklaufleitung 26 bzw. 27 als an dem jeweiligen Niederdruckeingang 33 bzw. 34 der Rückförderpumpe 23 bzw. 24 in Öffnungsrichtung beaufschlagt und sonst gesperrt ist.

Die Hydraulikeinheit hat zwei, je einem der beiden Bremskreise I und II zugeordnete Versorgungsanschlüsse 38 und 39, von denen die "internen" Hauptbremsleitungen 31 und 32 ausgehen, von deren Verzweigungsstellen 35 und 40 die über die Einlaßventile 13 und 14 bzw. 16 und 17 der Vorderradbremsen 2 und 3 bzw. der Hinterradbremsen 4 und 5 zu den Steuerausgängen 41 und 42 sowie 43 und 44 der Hydraulikeinheit 12, an denen die Radbremsleitungen 46 und 47 bzw. 48 und 49 angeschlossen sind, führenden, "internen" Bremsleitungszweige 31' und 31'' bzw. 32' und 32'' ausgehen, sowie zwei weitere Versorgungsanschlüsse 51 und 52, die intern je einzeln mit dem Niederdruckeingang 33 bzw. 34 der Rückförderpumpe 23 des Vorderachs-Bremskreises I bzw. des Hinterachs-Bremskreises II verbunden sind.

Die insoweit geschilderte Hydraulikeinheit 12, die für sich allein gesehen, im Rahmen der Fahrzeug-Bremsanlage 1 zuzüglich der Raddrehzahlfühler 65 des Antiblockiersystems 12 und einer elektronischen Steuereinheit 58 zur Darstellung der Antiblockier-Regelungsfunktion geeignet ist, ist auch Funktionselement einer insgesamt mit 55 bezeichneten Bremsdruck-Steuerungseinrichtung, mittels derer in Fällen, in denen der Fahrer eine möglichst hohe Fahrzeugverzögerung ausnutzen möchte, selbsttätig gesteuert eine Vollbremsung durchführbar ist, bei der sämtliche Radbremsen 2 bis 5 — gleichzeitig — mit einem höchstmöglichen, mit dynamischer Stabilität des Fahrzeuges noch verträglichen Bremsdruck beaufschlagt werden, andererseits aber auch eine allgemein auf dynamische Stabilität des Fahrzeuges gerichtete Fahrdynamik-Regelung steuerbar ist, bei der, ohne daß der Fahrer die Bremsanlage 1 betätigt, eine oder mehrere der Radbremsen 3 bis 5 des Fahrzeuges mit Bremsdrücken gleichen oder unterschiedlichen Betrages beaufschlagbar sind, sei es, um im Sinne einer Antriebs-Schlupf-Regelung das Traktionsverhalten des Fahrzeuges zu optimieren, sei es im Sinne einer "reinen" Fahrdynamik-Regelung, bei der einzelne Radbremsen, auch solche nicht angetriebener Fahrzeugräder, aktiviert werden, um ein bestimmtes Lenkungs-Verhalten des Fahrzeuges zu erzielen.

Im Rahmen der Bremsdruck-Steuerungseinrichtung 55, zu deren weiterer Erläuterung nunmehr auch auf die Fig. 2 Bezug genommen sei, ist ein dem Bremskraftverstärker 7 zugeordnetes, elektrisch ansteuerbares Hilfskraft-Aussteuerventil 53 vorgesehen, das eine Grund-

stellung 0 hat, in welcher die Antriebskammer (75) des in üblicher Gestaltung vorausgesetzten pneumatischen Bremskraftverstärkers 7 über einen in dieser Grundstellung 0 offenen Durchflußpfad 54 und ausschließlich über diesen mit der Niederdruckquelle — dem Verbrennungsluft-Einlaßstutzen 56 des lediglich schematisch angedeuteten Fahrzeugmotors 60 — verbunden ist, der auch permanent, d. h. in fester Verlegung, an die Niederdruckkammer 70 des Bremskraftverstärkers 7 angeschlossen ist.

Diese Grundstellung 0 des Hilfskraft-Aussteuerventils 53 ist dem "normalen" Zielbremsbetrieb der Bremsanlage 1 zugeordnet, in welcher der Fahrer durch Betätigung des Bremspedals 6 einen zu dessen Betätigungsweg bzw. -kraft proportionalen Bremsdruck in die Radbremsen 2 bis 5 einsteuern kann.

Das Hilfskraft-Aussteuerventil 53, das als 3/2-Magnetventil dargestellt ist, hat eine bei Erregung seines Steuermagneten 57 mit dem Ausgangssignal der elektronischen Steuereinheit 58 der Bremsdruck-Steuereinrichtung 55 eingenommene Schaltstellung I, in welcher die Niederdruckquelle 56, 60 gegen die Antriebskammer 75 des pneumatischen Bremskraftverstärkers 7 abgesperrt ist, diese Antriebskammer jedoch dem atmosphärischen Umgebungsdruck oder einem höheren Druck einer Hilfsdruckquelle ausgesetzt ist, wodurch der Hauptzylinder 8 mittels des Bremskraftverstärkers im Sinne eines Aufbaues eines hohen Ausgangsdruckes an seinen Druckausgängen 9 und 11 betätigt wird.

Ein die Umschaltung des Hilfskraft-Aussteuerventils 53 in dessen Schaltstellung I vermittelndes Ausgangssignal wird, z. B. zum Zweck der Auslösung einer automatischen Vollbremsung, von der elektronischen Steuereinheit 58 der Bremsdruck-Steuereinrichtung 55 abgegeben, wenn der Fahrer am Beginn einer Bremsung das Bremspedal 6 mit einer Geschwindigkeit  $\Phi$  betätigt, die größer ist als ein diesbezüglicher Schwellenwert  $\Phi_s$ , was von der elektronischen Steuereinheit 58 anhand einer — zeitlich differenzierenden — Verarbeitung von Ausgangssignalen eines elektronischen oder elektromechanischen Pedal-Positionsgebers 59 erkannt wird, durch dessen Ausgangssignale eine selbsttätig gesteuerte Vollbremsung auch schon ausgelöst werden kann, während das Bremspedal 6 noch seinen "Leerweg" ausführt, der mit einem nennenswerten Druckaufbau im Tandem-Hauptzylinder 8 noch nicht verknüpft ist.

Im Rahmen der Bremsdruck-Steuereinrichtung 55 ist ein insgesamt mit 62 bezeichneter Steuerventilblock vorgesehen, der den hydraulischen Anschluß der Druckausgänge 9 und 11 des Hauptzylinders 8 an die Versorgungsanschlüsse 38 und 39 sowie 51 und 52 der Hydraulikeinheit 12 des Antiblockiersystems vermittelt. Dieser Steuerventilblock 62 umfaßt ein erstes als 2/2-Wege-Magnetventil ausgebildetes Umschaltventil 63, dessen Grundstellung 0 seine Durchflußstellung ist, in welcher der dem Vorderachs-Bremskreis I zugeordnete Druckausgang 9 des Hauptzylinders 8 mit dem Versorgungsanschluß 38 der ABS-Hydraulikeinheit 12 verbunden ist, von dem deren Hauptbremsleitung 31 ausgeht; die bei Erregung des Steuermagneten 64 mit einem Ausgangssignal der elektronischen Steuereinheit 58 eingenommene Schaltstellung I dieses Umschaltventils 63 ist seine Sperrstellung, in der es auch die Funktion eines Druckbegrenzungsventils vermittelt.

Ein zweites, zu dem ersten Umschaltventil 63 analoges Umschaltventil 66 vermittelt in seiner Grundstellung 0 — seiner Durchflußstellung — die Verbindung des dem Hinterachs-Bremskreis II zugeordneten

Druckausganges des Tandem-Hauptzylinders 8 mit dem Versorgungsanschluß 39 der Hydraulikeinheit 12 des ABS 12, von dem die Hauptbremsleitung 32 des Hinterachs-Bremskreises II ausgeht. Auch dieses zweite Umschaltventil 66 vermittelt in seiner erregten Stellung I die Funktion eines Druckbegrenzungsventils. Desweiteren umfaßt der Steuerventilblock 62 ein erstes, dem Vorderachs-Bremskreis I zugeordnetes Vorlade-Steuerventil 67 und ein zweites, dem Hinterachs-Bremskreis II zugeordnetes Vorlade-Steuerventil 68, die als 2/2-Wege-Magnetventile ausgebildet sind, die durch Ausgangssignale der elektronischen Steuereinheit 58 ansteuerbar sind. Diese Vorlade-Steuerventile 67 und 68 haben eine sperrende Grundstellung 0 und als erregte Stellung I eine Durchflußstellung, in welcher über das erste Vorlade-Steuerventil 67 der dem Vorderachs-Bremskreis I zugeordnete Druckausgang 9 des Hauptzylinders 8 mit demjenigen weiteren Versorgungsanschluß 51 der ABS-Hydraulikeinheit 12 verbunden ist, der zum Niederdruckeingang 33 der Rückförderpumpe 23 des Vorderachs-Bremskreises führt und über das zweite Vorlade-Steuerventil 68 der dem Hinterachs-Bremskreis II zugeordnete Druckausgang 11 des Hauptzylinders 8 mit dem mit dem Niederdruckeingang 34 der Rückförderpumpe 24 des Hinterachs-Bremskreises II verbundenen weiteren Versorgungsanschluß 52 der ABS-Hydraulikeinheit 12 verbunden ist. Zu den Umschaltventilen 63 und 66 ist je ein Rückschlagventil 69 bzw. 71 parallel geschaltet, das durch relativ höheren Druck am jeweiligen Druckausgang 9 bzw. 11 des Hauptzylinders 8 als in der Hauptbremsleitung 31 bzw. 32 der Hydraulikeinheit 12 in Öffnungsrichtung beaufschlagt und sonst gesperrt ist.

Bei der insoweit nach Aufbau und Funktion erläuterten Bremsanlage 1 befinden sich bei einer Zielbremsung die Umschaltventile 63 und 66 sowie die Vorlade-Steuerventile 67 und 68 in ihren dargestellten Grundstellungen 0. Die Bremsdruck-Entwicklung wird bei einer Zielbremsung durch die vom Fahrer auf das Bremspedal 6 ausgeübte Kraft gesteuert und erforderlichenfalls durch ein Ansprechen des Antiblockiersystems moderiert.

Die von der Bremsanlage 1 weiter zu erfüllenden Funktionen einer automatischen Vollbremsung sowie einer Fahrdynamik-Regelung sind mittels der Bremsdruck-Steuereinrichtung 55, 58 im einzelnen wie folgt darstellbar:

#### 1. Automatisch gesteuerte Vollbremsung "Bremsassistent-Funktion":

Bei einer sehr schnellen — hastigen — Betätigung des Bremspedals 6, die von der elektronischen Steuereinheit 58 als Fahrerwunsch dahingehend interpretiert wird, daß eine Vollbremsung erfolgen soll, wird — zunächst — das Hilfskraft-Aussteuerventil 53 in dessen Funktionsstellung I gesteuert, wodurch die Antriebskammer des Bremskraftverstärkers 7, gleichsam unter Überbrückung des Bremsventils des Bremskraftverstärkers belüftet und dadurch dem vollen Atmosphärendruck ausgesetzt wird, wodurch der Bremskraftverstärker 7 bis an seinen Aussteuerpunkt angesteuert und der Tandem-Hauptzylinder bis zu einem Ausgangsdruck P<sub>Va</sub> bzw. P<sub>Pha</sub> betätigt wird, der in praktischen Fällen etwa 75% desjenigen Druckes beträgt, der sich ergäbe, wenn der Fahrer das Bremspedal 6 mit derjenigen Kraft betätigen würde, die normalerweise zur Erreichung des Aussteuerpunktes des Bremskraftverstärkers 7 notwendig wäre.

Noch während der Ausgangsdruck des Tandem-Hauptzylinders, der über die zunächst noch in der Grundstellung befindlichen Umschaltventile 63 und 66 in die Hauptbremsleitungen 31 und 32 des Vorderachs-Bremskreises I und II eingekoppelt wird, ansteigt, werden die Rückförderpumpen 23 und 24 durch Ausgangssignale der elektronischen Steuereinheit 58 eingeschaltet, die Umschaltventile 63 und 66 gleichzeitig hiermit oder kurz danach in ihre Sperrstellungen I und die Vorlade-Steuerventile 67 und 68 in ihre Durchflußstellungen I umgeschaltet, so daß nunmehr der Tandem-Hauptzylinder 8 als Ladedruckquelle — "Vorladepumpe" — für die Rückförderpumpen 23 und 24 arbeitet und diese die Bremsdruck-Quellen für den Vorderachs-Bremskreis I und den Hinterachs-Bremskreis II bilden.

Wird bei einer solchermaßen gesteuerten Vollbremsung an einem oder mehreren der Fahrzeugräder die Blockiergrenze erreicht, so daß das Antiblockiersystem anspricht, mit der Folge, daß der Druck in den Hauptbremsleitungen 31 und 32 drastisch ansteigt, wird Bremsflüssigkeit über die in ihrer im automatischen Bremsbetrieb als Druckbegrenzungsventile wirkenden Umschaltventile 63 und 66 zum Hauptbremszylinder 8 hin zurückverdrängt und dadurch der Druck in den Hauptbremsleitungen 31 und 32 auf einen Wert von z. B. 200 bar begrenzt.

Ein zur Erkennung des Fahrerwunsches nach Beendigung einer automatisch gesteuerten Vollbremsung geeigneter Sensor kann als Kraft-Sensor mit Hilfe einer — nicht dargestellten — Dehnungs-Meßstreifenanordnung realisiert sein, deren Ausgangssignal ein Maß für die — elastische — Verformung ist, die z. B. das Bremspedal bei einer Betätigung erfährt oder ein anderes Element des Kraft-Übertragungsstranges, über den diese Betätigungskraft auf die am Primärkolben 74 (Fig. 2) des Hauptzylinders 8 axial angreifende Druckstange 76 des Bremskraftverstärkers 7 übertragen wird, z. B. der Pedalstößel 77, über den das Bremspedal 6 axial an einem Reaktionskolben 78 des Steuerteils 79 des Bremskraftverstärkers 7 axial abgestützt ist, oder der Reaktionskolben 78 selbst, der gemäß der Darstellung der Fig. 2 zwischen dem Pedalstößel 77 und einer zur Auslegung des Verstärkungsfaktors des Bremskraftverstärkers 7 vorgesehenen, elastisch nachgiebigen Reaktionsscheibe 81 eingespannt ist.

Bei der in der Fig. 2 dargestellten Variante der Bremsdruck-Steuerungseinrichtung ist zur Erkennung des Fahrerwunsches nach Aufrechterhaltung und Abbruch einer automatisch gesteuerten Vollbremsung ein Mikroschalter 82 vorgesehen, der, je nachdem, ob der Fahrer das Bremspedal 6 mit einer Kraft betätigt, die größer ist als ein Schwellenwert  $K_S$  oder kleiner als derselbe, signifikant verschiedene Ausgangssignale oder Ausgangssignalkombinationen abgibt, die der elektronischen Steuereinheit 58 ständig als Informations-Signale zugeleitet sind. Beispielsweise ist das Ausgangssignal dieses Mikroschalters 82 ein Hoch-Pegel-Signal (logische 1), wenn die Kraft größer ist als der Schwellenwert  $K_S$  und ein Niedrig-Pegel-Signal (logische 0), wenn diese Kraft kleiner ist als der Schwellenwert. Der Mikroschalter 82 ist als weggesteuertes Schaltelement ausgebildet, das an einem mit dem Reak-

tionskolben 78 verbundenen, radial zur Längsachse 83 des Bremskraftverstärkers 7 verlaufenden Querriegel 84 angeordnet ist und dessen axiale Verrückungen mit ausführt, wobei der Mikroschalter 82 lediglich auf die axiale Bewegung des Reaktionskolbens 78 relativ zu der Druckstange 76 des Bremskraftverstärkers 7 anspricht, deren Hub wegen der durch die Reaktionsscheibe 81 vermittelten elastischen Abstützung des Reaktionskolbens 78 an der Druckstange 76 ein Maß für die Kraft ist, mit der der Fahrer das Bremspedal 6 betätigt.

Zeigt das Ausgangssignal des Mikroschalters 82 an, daß der Fahrer die automatische Vollbremsung beenden möchte, so wird diese dadurch beendet und in eine Zielbremsung übergeleitet, daß die Umschaltventile 63 und 66 in ihre Grundstellungen 0, ihre Durchflußstellungen, die Vorlade-Steuerventile 67 und 68 in ihre sperrenden Grundstellungen 0 zurückgeschaltet und gleichzeitig hiermit oder geringfügig verzögert hiergegen die Rückförderpumpen 23 und 24 abgeschaltet sowie das Hilfskraft-Aussteuerventil 53 in seine Grundstellung 0 zurückgeschaltet werden. Die Rückförderpumpen 23 und 24 können auch aktiviert bleiben, um für den Fall einer im Zuge der Bremsung erforderlichen Antiblockierregelung gleichsam auf diese vorbereitet zu sein.

2. Fahrdynamik-Regelung — selbsttätige Aktivierung mindestens einer Radbremse:

Hierzu werden das Hilfskraft-Aussteuerventil 53 in dessen Funktionsstellung I und die Umschaltventile 63 und 66 sowie die Vorlade-Steuerventile 67 und 68 in deren Sperr- bzw. Durchflußstellungen I umgeschaltet, sowie die Rückförderpumpen 23 und 24 aktiviert. Das Einlaßventil derjenigen Radbremse, z. B. der linken Vorderradbremse 2, die aktiviert werden soll, bleibt in seiner — offenen — Grundstellung 0, während die Einlaßventile 14, 16, 17 der rechten Vorderradbremse 3 und der Hinterradbremmen 4 und 5 in ihre Sperrstellungen I umgeschaltet werden. Durch eine gepulste Ansteuerung des Einlaßventils 13 der linken Vorderradbremse 2 kann der Bremsdruck-Aufbau in derselben definiert beeinflusst werden. Der Druckabbau in der linken Vorderradbremse 2 kann entsprechend über deren Auslaßventil 18 gesteuert werden, wobei im Falle eines Druckabbaues an einer Radbremse des Vorderachs-Bremskreises I, das diesem zugeordnete Umschaltventil 63 und dessen Vorlade-Steuerventil 67 wieder in deren Grundstellungen 0 — der Durchflußstellung des Umschaltventils 63 bzw. der Sperrstellung des Vorlade-Steuerventils 67 — zurückgeschaltet werden. Die aus der Radbremse 2 abgelassene Bremsflüssigkeit kann entweder über das geöffnete Auslaßventil 18, die Rücklaufleitung 26 und die Rückförderpumpe 23 des Vorderachs-Bremskreises I zum Hauptzylinder 8 und durch diesen "hindurch" zum Vorratsbehälter 72 zurückgeführt werden oder über das geöffnete Einlaßventil 13 der Radbremse 2 "direkt" zum Hauptzylinder 8 hin abströmen.

Auf analoge Weise ist auch die Funktion einer Antriebsschlupf-Regelung darstellbar, bei der die Radbremsen 4 und 5 der angetriebenen Fahrzeugräder einzeln oder gemeinsam aktivierbar sein müssen.

Eine zur Steuerung dieser Funktionen geeignete elektronische Steuereinheit 58 ist dem mit der

Technik der Bremsdruck- und Bremsschlupf-Regelungen vertrauten Fachmann bei Kenntnis des Zweckes ohne weiteres möglich, so daß durch die Beschreibung der verschiedenen Funktionen auch deren elektronisch-schaltungstechnische Implementierung hinreichend erläutert ist.

Unter der Voraussetzung, daß die Bremsanlage 1, wie erläutert, eine Vorderachs-/Hinterachs-Bremskreisaufteilung hat. Ist eine vereinfachende Abwandlung der Bremsdruck-Steuerungseinrichtung 55 dahingehend möglich, daß eine Ausnutzung der Rückförderpumpen als Bremsdruckquellen bei einer selbsttätigen Aktivierung einer oder mehrerer Radbremsen nur für einen der Bremskreise I oder II vorgesehen ist, und der jeweils andere Bremskreis an den diesem zugeordneten Druckausgang 9 bzw. 11 des Tandem-Hauptzylinders angeschlossen ist. Es kann hierbei jeweils ein Umschaltventil 63 oder 64 und ein Vorlade-Steuerventil 67 oder 68 eingespart werden, sowie ein Rückschlagventil 36 oder 37, die bei der Bremsanlage 1 gemäß Fig. 1 dazu vorgesehen sind, im Vorlade-Betrieb des Hauptzylinders 8 die Versorgungsanschlüsse 51 und 52 der Hydraulikeinheit 12 gegen deren Niederdruckspeicher 28 bzw. 29 abzusperren. Auf diese Rückschlagventile 36 und 37 und den gesamten Steuerventilblock 62 kann verzichtet werden, wenn die Radbremsen 2 bis 5, der Hauptbremszylinder 8 und der Bremskraftverstärker 7 so ausgelegt sind, daß allein durch dessen mittels des Aussteuerventils 53 steuerbare Aktivierung auf den Hauptzylinder 8 eine hinreichend große Betätigungskraft ausübbar ist, daß mit dem hierdurch erzeugbaren Bremsdruck die einzelnen Radbremsen 2 bis 5 an deren Blockiergrenze gebracht werden können.

#### Patentansprüche

1. Bremsdruck-Steuereinrichtung für ein Straßenfahrzeug mit hydraulischer Zweikreis-Bremsanlage mit statischen Bremskreisen, die an je ein Druckausgang eines Hauptzylinders zugeordnet sind, der, mittels eines Bremspedals gesteuert, über einen pneumatischen Bremskraftverstärker betätigbar ist, der eine durch einen Kolben beweglich gegen eine permanent auf einem niedrigen Druck gehaltene Niederdruckkammer abgegrenzte Antriebskammer hat, durch deren Beaufschlagung mit einem mit der Pedalkraft monoton korrelierten Druck die Kraftverstärkung steuerbar ist, mit der eine Zielbremsung erfolgt, und durch deren durch Umschaltung eines Hilfskraft-Aussteuerventils erzielbare Beaufschlagung mit dem Atmosphärendruck oder einem höheren Druck eine hohe, für eine Vollbremsung ausreichende Betätigungskraft entfaltbar ist, wobei eine diesbezügliche Umschaltung dieses Hilfskraft-Aussteuerventils durch ein Ausgangssignal einer elektronischen Steuereinheit auslösbar ist, das diese z. B. erzeugt, wenn die Geschwindigkeit  $\Phi$ , mit der der Fahrer das Bremspedal betätigt, einen diesbezüglichen Schwellenwert  $\Phi_{\text{Überschreitet}}$  und mit einem an den einzelnen Bremskreisen nach dem Rückförderprinzip arbeitenden Antiblockiersystem (ABS), das den Radbremsen einzeln zugeordnete, elektrisch ansteuerbare Ein- und Auslaßventile sowie den Bremskreisen einzeln zugeordnete, elektrisch antreibbare, auf

hohes Ausgangsdruckniveau ausgelegte Rückförderpumpen umfaßt, mittels derer in einer Druckabbauphase der Antiblockier-Regelung in eine Rücklaufleitung des jeweiligen Bremskreises abgelassene Bremsflüssigkeit in dessen Hauptbremsleitung zurückförderbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß für mindestens einen der Bremskreise (I und II) ein elektrisch ansteuerbares Umschaltventil (63, 66) vorgesehen ist, das aus einer dem Zielbremsbetrieb zugeordneten, die Hauptbremsleitung (31 bzw. 32) des jeweiligen Bremskreises (I bzw. II) mit dem für diesen vorgesehenen Druckausgang (9 bzw. 11) des Bremsgeräts (8) verbindenden Funktionsstellung (0) in eine den Druckausgang (9 bzw. 11) gegen die Hauptbremsleitung (31 bzw. 32) absperrende Funktionsstellung (I) umschaltbar ist, sowie ein elektrisch ansteuerbares Vorlade-Steuerventil (67 bzw. 68), das aus einer den jeweiligen Druckausgang (9 bzw. 11) des Bremsgeräts (8) gegen den Niederdruckeingang (33 bzw. 34) der Rückförderpumpe (23 bzw. 24) des jeweiligen Bremskreises (I bzw. II) absperrenden, ebenfalls dem Zielbremsbetrieb zugeordneten Funktionsstellung (0) in eine den jeweiligen Druckausgang (9 bzw. 11) mit dem Niederdruck-Eingang (33 bzw. 34) der jeweiligen Rückförderpumpe (23 bzw. 24) verbindende Funktionsstellung (I) umschaltbar ist, und daß die elektronische Steuereinheit (58) aus einer Verarbeitung von Sensor-Ausgangssignalen, welche die Information über die Art der Betätigung des Bremspedals (6) und/oder über das dynamische Verhalten des Fahrzeuges beinhalten, die für einen selbsttätigen Betrieb der Bremsanlage auf hohem Bremsdruckniveau erforderlichen Signale für die Ansteuerung des Umschaltventils (63 bzw. 66), des Vorlade-Steuerventils (67 bzw. 68), der Rückförderpumpe (23, 24) und der Ein- und Auslaßventile des Antiblockiersystems (12) sowie des Hilfskraft-Aussteuerventils (53) erzeugt.

2. Bremsdruck-Steuerungseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Radbremsen (4 und 5) der angetriebenen Fahrzeugräder zu dem mit dem Ausgangsdruck der Rückförderpumpe (24) beaufschlagbaren Bremskreis (II) zusammengefaßt sind.

3. Bremsdruck-Steuerungseinrichtung nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorderradbremsen (2 und 3) zu einem mit dem Ausgangsdruck der Rückförderpumpe (23) beaufschlagbaren Bremskreis (I) zusammengefaßt sind.

4. Bremsdruck-Steuerungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß als Sensor, durch dessen Ausgangssignal bei einer automatisch ausgelösten Vollbremsung der Fahrerwunsch nach Fortsetzung und Beendigung der Vollbremsung erfaßbar ist, ein Kraftsensor vorgesehen ist, dessen Ausgangssignal ein Maß für die — elastische — Deformation ist, die bei einer Betätigung des Bremspedals (6) an diesem oder an einem anderen Kraftübertragungselement auftritt, über das die Betätigungskraft auf die am Hauptzylinder (8) angreifende Druckstange des Bremskraftverstärkers (7) übertragen wird.

5. Bremsdruck-Steuerungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Bremskraftverstärker (7) mit einem weggesteuerten Schaltelement (82) versehen ist, das die



Betätigungsbewegungen eines mit dem Bremspedal (6) bewegungsgekoppelten Verstärkerelements (78) mit ausführt, das seinerseits in Angriffsrichtung der Pedal-Betätigungskraft über ein nachgiebiges Reaktionselement (81) an einem Kraftübertragungsglied, z. B. der Druckstange (76) des Bremskraftverstärkers, über das die vom Bremskraftverstärker (7) entfaltete — verstärkte — Betätigungskraft auf den Hauptzylinder (8) übertragen wird, abgestützt ist, dadurch mit der Pedalbetätigungskraft variierende Änderungen seiner Position relativ zu dem Kraftübertragungselement (84) erfährt und ein die Beendigung einer automatischen Bremsung auslösendes oder deren Einsetzen verhinderndes Signal abgibt, wenn bei einer Bremsung ein Schwellenwert der Auslenkung relativ zu dem Kraftübertragungselement (76) unterschritten oder nicht erreicht wird.

6. Bremsdruck-Steuerungseinrichtung für ein Straßenfahrzeug mit hydraulischer Zweikreis-Bremsanlage mit Vorderachs-/Hinterachs-Bremskreisaufteilung oder Diagonal-Bremskreisaufteilung und statischen Bremskreisen, das mit einem Antiblockiersystem und mit einer Einrichtung zur Fahrdynamik-Regelung ausgerüstet ist, die, gesteuert durch Ausgangssignale einer elektronischen Steuereinheit, nach dem Prinzip arbeitet, durch selbsttätig gesteuerte Bremsdruck-Beaufschlagung einzelner oder mehrerer Radbremsen unter Aufbau definierter Werte des Bremsschlupfes an den solchermäßen gebremsten Fahrzeugrädern das Fahrzeug in einem insgesamt stabilen dynamischen Fahrzustand zu halten, wobei die selbsttätige Aktivierung der Bremsanlage durch magnetventilgesteuerte Aktivierung eines Bremskraftverstärkers der Bremsanlage erfolgt, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Radbremsen (2 bis 5) des Fahrzeuges und der Bremskraftverstärker (7) dahingehend aufeinander abgestimmt sind, daß der aus einer ventilsteuerten Aktivierung des Bremskraftverstärkers (7) resultierende Bremsdruck ausreicht, um die Blockiergrenze eines selbsttätig gebremsten Fahrzeugrades zu erreichen, und daß die elektronische Steuereinheit (58) aus einer Verarbeitung von Sensor-Ausgangssignalen, welche die Information über die Art der Betätigung des Bremspedals (6) und/oder das dynamische Verhalten des Fahrzeuges beinhalten, die für einen selbsttätigen Betrieb der Bremsanlage auf hohem Bremskraftniveau erforderlichen Signale für die Ansteuerung des Bremskraftverstärkers (7) sowie der Bremsdruck-Regelventile des Antiblockier-Systems (12) erzeugt.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

55

60

65

- Leerseite -



